

MARIA JOLANTA SULEWSKA

Politechnika Białostocka
m.sulewska@pb.edu.pl

Nowe normy badań w celu klasyfikacji gruntów

Podstawy prawne klasyfikacji gruntów

Od roku 2006 obowiązuje w Polsce nowa klasyfikacja gruntów według norm [9, 10]:
1. PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis, wraz z wprowadzonymi poprawkami: PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012 i PN-EN ISO 14688-1/A1:2014-02 (w języku angielskim),
2. PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (zawiera nieaktualny Załącznik krajowy), wraz poprawkami: PN-EN ISO 14688-2/Ap1:2010 (nieaktualna), PN-EN ISO 14688-2/Ap2:2012 (zawiera aktualny Załącznik krajowy) oraz PN-EN ISO 14688-2/A1:2014-02 (w języku angielskim).

Normy klasyfikacyjne gruntów są związane z normą europejską [15, 16]: PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne oraz PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego. Eurokod 7, jako geotechniczna norma obowiązująca w Polsce, został wprowadzony Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. nr 81 z 2012 r., poz. 463) [11].

Podstawą poprzedniej polskiej klasyfikacji gruntów były następujące normy:
1. PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów [12],
2. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane – Badania próbek gruntu [13],
3. PN-B-02481:1998 Geotechnika – Określenia, symbole, podział i opis gruntów [14].

Różnice w „nowej" i „starej" klasyfikacji gruntów

Analizy krytyczne oraz porównania klasyfikacji zawarto m.in. w artykułach: Gołębiewskiej i Wudzkiej [2], Garwackiej-Piórkowskiej [3], Gołębiewskiej [4, 5], Tarnawskiego i in. [6], Sulewskiej [7].

Można wymienić następujące podstawowe różnice między procedurami postępowania według obu systemów norm w celu klasyfikacji gruntów:

- W klasyfikacji i opisach gruntów według PN-EN ISO 14688-1:2006 [9] stosuje się inne badania makroskopowe niż według PN-B-04481:1988 [13];
- Wprowadzono nowe oznaczenia symboliczne frakcji, które nazwano gruntami podstawowymi oraz wprowadzono nowy system konstruowania nazw gruntów;
- Wprowadzono większość nowych granic frakcji: 630; 200; 63; 20; 6,3; 2; 0,63; 0,2; 0,063; 0,02; 0,0063; 0,002 mm;
- Wprowadzono nowy trójkąt ISO dla wszystkich grup gruntów (bardzo gruboziarnistych, gruboziarnistych i drobnoziarnistych);
- Wprowadzono podział na grunty: nieplastyczne (bardzo gruboziarniste i gruboziarniste) i plastyczne (drobnoziarniste, spoiste);
- Rozszerzono charakterystykę gruntów o opisy: frakcji drugorzędnej, wymiaru ziaren, kształtu ziaren, struktury, barwy, gęstości, domieszek oraz genezy gruntu.

Aktualny Załącznik krajowy

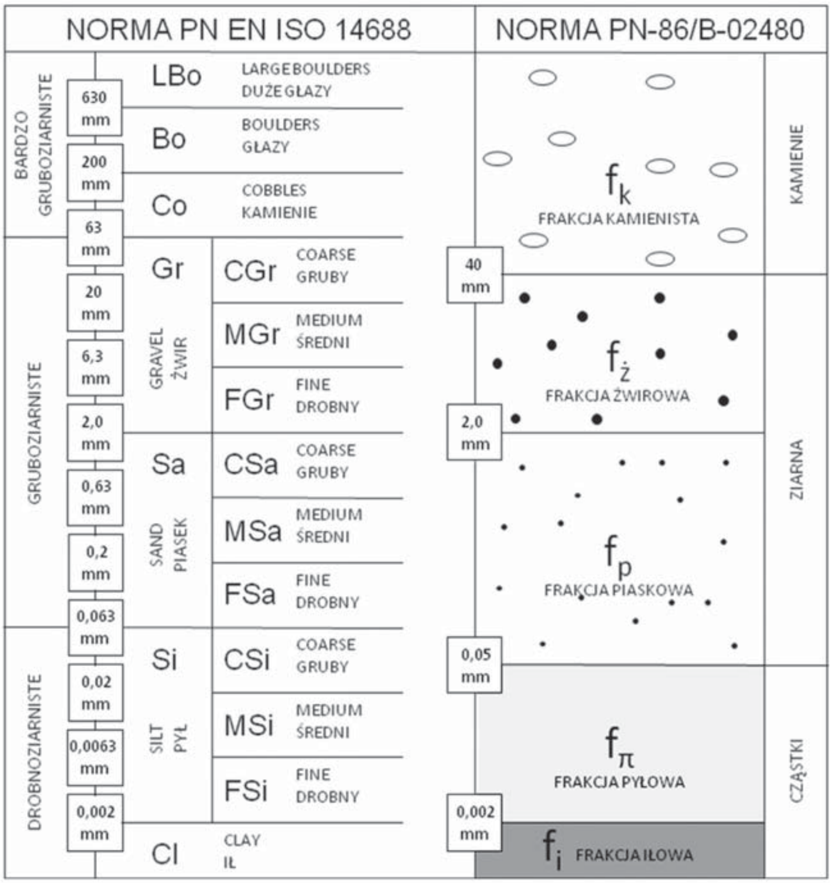
W 2012 roku wycofano w całości pierwszy Załącznik krajowy, zamieszczony w PN-EN ISO 14688-2:2006 [10] (wycofano „nowy polski" trójkąt, polskie nazwy gruntów) i wprowadzono drugi, obecnie obowiązujący Załącznik krajowy, zamieszczony w PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012 [10].

W nowym Załączniku krajowym uzupełniono zasady klasyfikowania gruntów w sposób następujący:
- Zamieszczono przykładowe formularze do opisu analizy makroskopowej gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych oraz gruntów drobnoziarnistych i organicznych;
- Zamieszczono zasady makroskopowej oceny wilgotności gruntów;
- Podano zasady tworzenia polskich nazw gruntów na podstawie ciągu symboli literowych, oznaczających zawartości poszczególnych frakcji w gruncie;
- Podano wybrane symbole genezy gruntów;
- Pokazano przykład klasyfikacji gruntów na podstawie uziarnienia (trójkąt ISO z nomogramem);
- Wprowadzono wykres plastyczności według Casagrande'a;
- Zmieniono terminologię dotyczącą charakterystyk uziarnienia;
- Zweryfikowano określenia konsystencji gruntów;
- Uporządkowano tabele dotyczące zasad klasyfikowania gruntów.

Zasady nowej klasyfikacji gruntów

Rodzaj gruntu można określić na podstawie badań makroskopowych lub badania składu granulometrycznego według nowej specyfikacji technicznej PKN-CEN ISO/TS 17892-4:2009 [8].

Tabela 1. **Zakresy średnic frakcji według „nowej" i „starej" normy**



Istotną nowością jest sposób tworzenia nazw gruntów:

- według PN-B-02480:1986 [12] ustalano nazwy słowne i oznaczano skrótami literowymi, np. piasek pylasty Pπ, glina piaszczysta zwięzła Gpz,
- według PN-EN ISO 14688-2:2006 + PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012 [10] – nazwy gruntów stanowią kombinacje symboli literowych, np. fsaCSafgr, msaclSi (polskie nazwy gruntów, czytane począwszy od frakcji głównej, pisanej wielkimi literami: piasek gruby z piaskiem drobnym przewarstwiony żwirem drobnym, pył z iłem i piaskiem średnim).

Tabela 2. **Podział gruntów na grupy ze względu na uziarnienie**

PN-B-02480:1986 [12]	PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2: 2012 [10]
Kamieniste: $d_{50} > 40$ mm: K	Bardzo gruboziarniste, większość ziaren d > 63 mm: LBo, Bo, Co
Gruboziarniste: $d_{50} \leq 40$ mm oraz $d_{90} > 2$ mm: Ż, Żg, Po, Pog	Gruboziarniste, większość ziaren d = 2–63 mm: Gr
Drobnoziarniste niespoiste: $d_{90} \leq 2$ mm: Pr, Ps, Pd, Pπ	Gruboziarniste, większość ziaren d = 0,063–2 mm: Sa
Drobnoziarniste spoiste: $d_{90} \leq 2$ mm: Pg, Πp, Π, Gp, G, Gπ, Gpz, Gz, Gπz, Ip, I, Iπ	Drobnoziarniste d = 0,002–0,063 mm: Si d ≤ 0,002 mm: Cl

W obu systemach norm stosuje się sposób krokowego dochodzenia do określenia rodzajów gruntów (schematy blokowe, odpowiednio: rysunek PN-86/B-02480-2 [12] oraz rysunek 1 w PN-EN ISO 14688-1/Ap1:2012 [9]).

Grunt jest materiałem nieciągłym, składającym się z oddzielnych ziaren i cząstek. Grunty naturalne stanowią mieszaninę ziaren i cząstek o różnych średnicach (w różnych proporcjach ilościowych). Ziarna i cząstki występujące w gruntach podzielono na frakcje. Frakcja gruntu jest to zbiór ziaren i cząstek o średnicach d_x (w mm), zawartych w określonych zakresach. Zakresy średnic i symbole frakcji gruntów według obu systemów norm zamieszczono w tabeli 1, a podział gruntów na grupy ze względu na uziarnienie pokazano w tabeli 2.

Grunty gruboziarniste można dodatkowo podzielić ze względu na wskaźniki uziarnienia: wskaźnik jednorodności C_U i wskaźnik krzywizny C_C, opisujące kształt krzywej uziarnienia (tab. 3).

Badania makroskopowe gruntów

Według „nowej" normy metodą makroskopową określa się rodzaje i nazwy gruntów w sposób następujący:

Tabela 3. **Charakterystyka uziarnienia gruntu na podstawie wskaźników uziarnienia C_U i C_C**

PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012 [10]			Czyżewski i in. [1], Wiłun [17]	
Wskaźnik jednorodności uziarnienia $C_U=d_{60}/d_{10}$	Wskaźnik krzywizny $C_C=(d_{30})^2/(d_{10}\cdot d_{60})$	Charakterystyka uziarnienia	Wskaźnik różnoziarnistości $U=d_{60}/d_{10}$	Wskaźnik krzywizny $C=(d_{30})^2/(d_{10}\cdot d_{60})$
>15	od 1 do 3	grunt wielofrakcyjny	U >15 bardzo różnoziarnisty	grunt dobrze uziarniony: dla żwirów C=1–3 i U>4, dla piasków C=1–3 i U>6
od 6 do 15	<1	grunt średnio-uziarniony	5<U≤15 różnoziarnisty	
<6	<1	grunt równomiernie uziarniony	U ≤ 5 równoziarnisty	
przeważnie wysoki	różny (przeważnie <0,5)	grunt o nieciągłym uziarnieniu	Objaśnienia: d_{10}, d_{30}, d_{60} – średnica ziaren, które wraz z mniejszymi stanowią 10, 30, 60% masy próbki gruntu	

- gruntów organicznych – organoleptycznie (tab. 4),
- gruntów wulkanicznych – w sposób wizualny,
- gruntów niespoistych – w sposób wizualny,
- gruntów spoistych (pył lub ił) – na podstawie wyników prób (tab. 5):
  – wytrzymałości w stanie suchym,
  – dylatancji (próba wstrząsania gruntu wilgotnego),
  – plastyczności,
  – zawartości piasku, pyłu i iłu.

Tabela 4. **Porównanie klasyfikacji gruntów organicznych według „starej" i „nowej" klasyfikacji**

PN-86/B-2480:1986		PN-EN ISO 14688-2:2006		PN-EN ISO 14688-1:2006:2006 + PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012	
Nazwa gruntu	**Zawartość części organicznych I_{om} [%]**	**Grunt**	**Zawartość substancji organicznej (d ≤ 2 mm), % suchej masy**	**Nazwa gruntu: Or; saOr; orSa; siOr; orSi; clOr; orCl**	**Opis gruntu**
Grunty próchniczne H	$2 < I_{om} \leq 5$	Nisko-organiczny	2 – 6	Humus	Szczątki roślinne, żywe organizmy i ich odchody razem ze składnikami nieorganicznymi; tworzy grunt na powierzchni terenu
Namuły Nm: piaszczyste Nmp gliniaste Nmg	$5 < I_{om} \leq 30$	Organiczny	6 – 20	–	–
Gytie Gy	$5 < I_{om} \leq 30$, $CaCO_3 > 5\%$			Gytia	Rozłożone szczątki roślinne i zwierzęce; może zawierać składniki nieorganiczne
Torfy T	$I_{om} > 30$	Wysoko-organiczny	> 20	Torf włóknisty; mało rozłożony	Struktura włóknista, łatwo rozpoznawalne tkanki roślinne, zachowuje pewną wytrzymałość; wyciska się tylko woda bez części stałych
				Torf pseudowłóknisty; średnio rozłożony	Rozpoznawalne struktury roślinne; brak wytrzymałości materiału roślinnego; wyciska się mętna woda, < 50% części stałych
				Torf amorficzny; rozłożony	Brak widocznych struktur roślinnych, konsystencja papkowata; pasta; > 50% części stałych

Tabela 5. **Badania makroskopowe rodzajów gruntów drobnoziarnistych (spoistych) według PN-EN ISO 14688-1:2006 [9]**

Rodzaj testu		Pył (Si)	Pył/Ił (Si/Cl)	Ił (Cl)
Wytrzymałość gruntu suchego (c_U)		**Mała:** wysuszony grunt rozpada się pod lekkim lub średnim naciskiem palców	**Średnia:** wysuszony grunt rozpada się pod wyraźnym naciskiem palców na bryłki, które nadal wykazują spójność	**Duża:** gruntu wysuszonego nie można rozdrobnić pod naciskiem palców, a może być jedynie rozłamany
Dylatancja: reakcja przy wstrząsaniu i naciskaniu próbki wilgotnego gruntu o wymiarach 10–20 mm		na powierzchni gruntu woda pojawia się i znika szybko	–	wstrząsanie i nacisk nie dają efektu, woda się nie pojawia
Plastyczność (spoistość, zwięzłość)		**Mała:** grunt wykazuje spójność, ale nie można wykonać wałeczka o średnicy 3 mm	–	**Duża:** próbkę gruntu można wałeczkować do uzyskania cienkich wałeczków
Zawartość piasku pyłu, iłu	Rozcieranie gruntu palcami, ewentualnie w wodzie	przy rozcieraniu grunt szorstki lub gładki, grunt łatwo zmyć lub zdmuchnąć z palców	–	w dotyku przypomina mydło, przykleja się do palców, grunt trudno zmyć lub zdmuchnąć z palców
	Rozcinanie wilgotnego gruntu nożem lub zarysowanie paznokciem	powierzchnia przecięcia matowa	–	powierzchnia przecięcia błyszcząca

Tabela 6. **Badania makroskopowe konsystencji gruntów spoistych według PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap2:2012 [9]**

Konsystencja	Wskaźnik konsystencji $I_C=1-I_L$	Stopień plastyczności I_L	Badania makroskopowe konsystencji
Zwarta *(very stiff)*	$I_C > 1,00$	$I_L < 0$	Grunt wysuszony ma jasną barwę; nie można z niego uformować kulki; rozdrabnia się pod naciskiem; można go zarysować paznokciem
Twardo-plastyczna *(stiff)*	0,75 – 1,00	0,00 – 0,25	Grunt rozpada i pęka podczas wałeczkowania do wałeczka o średnicy 3 mm, lecz jest ciągle dostatecznie wilgotny, aby ponownie uformować z niego kulkę
Plastyczna *(firm)*	0,50 – 0,75	0,25 – 0,50	Grunt nie może być formowany przy lekkim nacisku palców, lecz może być wałeczkowany w ręku do wałeczka o średnicy 3 mm bez spękań i rozdrabniania się
Miękko-plastyczny *(soft)*	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	Grunt można formować przy lekkim nacisku palców
Bardzo miękko-plastyczna *(very soft)*	$I_C < 0,25$	$I_L > 0,75$	Grunt przy ściskaniu wydostaje się między palcami **Brak konsystencji płynnej**

Tabela 7. **Makroskopowe badanie stanów i konsystencji gruntów spoistych według PN-B-04481:1988 [13]**

Konsystencja	**zwarta**		**plastyczna**			**płynna**
Stan gruntu	**zwarty**	**półzwarty**	**twardo-plastyczny**	**plastyczny**	**miękko-plastyczny**	**płynny**
	$I_L<0$	$I_L\le0$	$0<I_L\le0,25$	$0,25<I_L\le0,50$	$0,50<I_L\le1,00$	$I_L<1,00$
Grunt	**Liczba wałeczkowań X = …/…/…**					
mało spoisty	0 – z gruntu nie da się uformować kulki – grunt jest zbyt suchy	0 – z gruntu można uformować kulkę, wałeczek pęka przy pierwszym wałeczkowaniu	1	2	<2	Z gruntu nie można uformować kulki – grunt oblepia ręce
średni spoisty			<2	2–4	<4	
zwięzło spoisty			<3	3–7	<7	
bardzo spoisty			<5	5–10	<10	

Stany gruntów drobnoziarnistych

Według „nowej" normy konsystencje gruntów drobnoziarnistych (spoistych) oznacza się na podstawie badań makroskopowych, opisanych w tabeli 6. Dla porównania w tabeli 7 pokazano sposób makroskopowego oznaczania stanów i konsystencji gruntów spoistych według „starej" normy, który wydaje się bardziej ścisły i jednoznaczny w porównaniu z „nowymi" badaniami makroskopowymi.

Podsumowanie

- Nowa klasyfikacja gruntów jest ciągle na etapie wdrażania, sygnalizowane są błędy i wątpliwości związane z jej stosowaniem.
- W razie powstania wątpliwości przy rozpoznawaniu nazw na podstawie składu granulometrycznego gruntów, mieszczących się w strefach granicznych między rodzajami gruntów na trójkącie ISO, należy zachować ostrożność i zastosować kompleksową ocenę, biorąc pod uwagę także wyniki makroskopowego badania plastyczności (Gołębiewska [4]).
- Wydaje się, że nie ma metody, która by umożliwiła przy korzystaniu z materiałów archiwalnych przejście ze „starych" polskich nazw gruntów na nazwy „nowe" bez znajomości krzywej uziarnienia.
- Należy koniecznie uwzględniać wszystkie poprawki do norm (w kolejności ich wydania), sprawdzając ich aktualność na stronie internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Bibliografia

[1] Czyżewski K., Wolski W., Wójcicki S., Żbikowski A.: Zapory ziemne. Arkady, Warszawa 1973.
[2] Gołębiewska A., Wudzka A.: Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. Geoinżynieria drogi mosty tunele, 4, 2006, 44-55.
[3] Garwacka-Piórkowska S.: Określenie rodzajów gruntów według PN-EN ISO 14688-1, 2:2006 na podstawie składu granulometrycznego. Inżynieria i Budownictwo, 10, 2010, 549-552.
[4] Gołębiewska A.: Uwagi krytyczne do klasyfikacji gruntów według normy PN-EN ISO 14688:2006. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 446, 2011, 289-296.
[5] Gołębiewska A.: Polska klasyfikacja według PN-B-02480:1986 zgodna z wymaganiami PN-EN ISO 14688. Acta Scientiarum Polonorum, Architectura, 3 (11), 2012, 23-36.
[6] Tarnawski M., Sykuła U., Ura M.: Problemy z nazewnictwem gruntów spoistych według normy PN-EN ISO 14688. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 446, 2011, 423-428.
[7] Sulewska M.J.: Nowa klasyfikacja gruntów. Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 3 (25), 2016, 333-346.
[8] PKN-CEN ISO/TS 17892-4:2009 Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego.
[9] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis + PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012; PN-EN ISO 14688-1/A1:2014-02 (E).
[10] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania + PN-EN ISO 14688-2/Ap1:2010; PN-EN ISO 14688-2/Ap2:2012; PN-EN ISO 14688-2/A1:2014-02 (E).
[11] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. nr 81 z 2012 r., poz. 463).
[12] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
[13] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane – Badania próbek gruntu.
[14] PN-B-02481:1998 Geotechnika – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
[15] PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
[16] PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
[17] Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005.

Artykuł został opracowany na podstawie pracy nr S/WBiIŚ/6/2013, sfinansowanej ze środków na naukę MNiSW.